

건축조명 설비분야의 새로운 기술 동향

색온도, 연색성, 배광특성, 휘도분포 등 시각적·생리적 안정성과 심리적 평가성 등이 기술 요소로 부각된 신광원과 조명기구에 대한 소개와 함께 자연광 도입기술과 조명제어 방법들에 대하여 기술하였다.

이진숙

충남대학교 건축학부(js_lee@cnu.ac.kr)

머리말

21세기의 건물은 정보통신기능의 고도화, 에너지의 효율화를 추구하면서 동시에 쾌적한 환경, 정보의 안전성, 신뢰성 확보 등에 대한 대책이 완비되어야 한다. 종래 기술정책의 최대목표가 최소의 에너지 이용에 의한 작업생산성 증대에 한정되었다면 앞으로는 이것에 더하여 공간사용의 다양화에 대응한 기능성·가변성 확보와 함께 인간의 쾌적성 확보가 건물설계의 중요한 목표로 설정되어야 한다. 환경의 쾌적화에 미치는 조명의 역할은 매우 크다고 말할 수 있으며, 이제까지의 조명의 목적이 주로 명시성(明視性)에 머물렀다면, 앞으로의 조명 목적은 기능적 효율성과 쾌적성 추구에 초점을 맞추는 양상으로 바뀌어가지 않으면 안된다.

따라서 앞으로의 건물조명 설비계획에 있어서, 기능적 효율성·가변성 및 쾌적성 확보의 측면이 계획의 기본개념이 되어야 하며, 이를 위해서는 작업 목적의 다양화, 고도화에 대응한 조명의 가변성 확보, 자연광의 도입, 에너지의 효율적 이용 등의 개념이 적용되어야 한다.

이러한 개념을 바탕으로 본고에서는 색온도, 연색성, 배광특성, 휘도분포 등 시각적·생리적 안정성과 심리적 평가성 등이 기술요소로 부각된 신광원과 조명기구에 대한 소개와 함께 자연광 도입기술과 조명제어 방법들에 대하여 기술하기로 한다.

새로운 조명광원¹⁾

기존광원

1) 백열전구

백열전구는 1879년 에디슨에 의해 탄화 면사 필라멘트 백열전구가 발명된 이래, 다른 램프에 비하여 저효율임에도 불구하고 저가, 고연색성, 배광제어의 용이성의 장점으로 인해 꾸준히 사용되어 오고 있다. 일반 백열전구의 경우, 신제품은 발표되지 않고 있으며 가장 최근의 것으로는 크립톤 전구, 세로형 필라멘트를 채용한 백열전구 정도이다. 할로젠 전구에 대하여는 꾸준히 신제품이 발표되고 있으며, 백열전구가 꼭 사용되어야 하는 곳에는 일반 백열전구보다 고효율, 저소비 전력의 할로젠 전구를 적용하는 실정이다.

외국에서의 신제품으로는 다양한 빔 각도를 가지는 PAR 타입의 할로젠 전구, 젓빛 확산 커버를 채용한 MR16 규격의 할로젠 전구가 개발되었으며, 제조사의 발표규격에 따르면 이들 모두 수명 4,000 시간으로 기존 수명의 2배에 이르고 있다.

2) 형광램프

형광램프는 1930년대 말에 발명이 되었으며 1970년대에 삼파장 형광램프의 출현으로 고효율, 고연색성을 함께 갖춘 램프가 개발되어 현재 여러 광원 중에서도 가장 널리 사용되고 있다. 최근에는 분광분

경 32 mm)에서 급속히 T8(관경 26 mm)로 대체되고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 26 mm 형광램프는 에너지 자원절약 차원에서 정부가 정책적으로 지원하고 있다. 최근에는 더욱 효율이 향상된 T5(관경 16 mm)규격이 개발되어 유럽을 시작으로 빠르게 적용되고 있고 전구식 형광램프도 많이 이용되고 있다. 우리나라의 경우에도 몇 년 전 KS 규격이 이미 확정되었고 수입제품 뿐 만 아니라 몇몇 국내 조명회사에서 자체 개발을 완료하여 시장 판매가 이루어지고 있다. T5 규격의 경우는 이전의 램프와는 길이, 편규격 등이 다르기 때문에 전용의 전자식 안정기와 전용의 등기구를 사용해야 하는 대체용이 아닌 신규용이 적용되어야 한다. T5 램프의 경우 그 효율이 좋고 콤팩트하여 기존의 조명 외의 장식용의 목적으로 여러 응용분야로 확대될 것으로 전망되고 있다.

에너지 소비량이 큰 백열전구로 대체하기 위해 개발된 콤팩트(compact fluorescent lamp : CFL) 형광램프는 새로운 램프의 모양, 다양한 크기 및 성능의 향상 등으로 그 시장성이 지속적으로 상승하고 있다. 그러나 이것에 대체 가능한 무전극 램프나 LED 램프 등 신기술이 지속적으로 개발되고 있어 효율이나 가격에서 경쟁하게 될 것이다.

형광램프의 가장 선진화된 기술이라고 할 수 있는 CCFL(cold cathode fluorescent lamp)은 현재 일반 조명용 광원보다는 주로 LCD용 백라이트(back light)로 사용되고 있으며 일본 등에서 독점기술을 가지고 있던 것을 얼마 전 국산화에 성공한 제품이다. 낮은 소비전력, 장수명, 우수한 진동 및 충격저항, 작은 크기와 경량을 특징으로 한다. 이는 기존 일반 형광램프에 비해 부가가치가 매우 높을 뿐 만 아니라 향후 LCD-TV에 적용이 될 경우 기하급수적으로 수요가 증가하게 될 것으로 예상된다. 하지만, 현재 여러 가지 방법을 통하여 개발이 시도되고 있는 면광원이 상용화될 경우 가격이나 효율, 광균일도, 설치의 용이성 등에서 이와 경쟁해야 하는 어려움을 겪게 될 수 있다. 현재 CCFL은 LCD용 백라이트(back light) 이외에도 낮은 소비전력, 장수명, 고휘도를 장점으로 유도등(exit sign) 및 광고 패널의

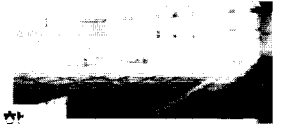
정기, 수명 30,000 시간 이외의 장수명 직관 형광램프, TCLP 대응 T5, T5HO 직관 형광램프, 특수 효과 연출에 사용하기 위한 T5 28[W]의 3중(적색, 녹색, 청색)의 직관 형광램프, 고출력(소비전력 60, 85, 120 W)의 콤팩트 형광램프, 기존 백열전구 등기구에 그대로 사용할 수 있는 각종의 소형 안정기 내장형 형광램프가 발표되었다.

3) HID 램프

HID 램프는 소형화, 콤팩트화 되어가고 있는 것이 현재의 연구 개발 추세이다. HID 램프의 주요 광원인 메탈 할라이드 램프나 고압나트륨 램프와 같은 경우 기존의 고압수은등용 등기구를 사용하기 위해 램프 체적이 크게 설계되었다. 이는 열방출을 쉽게 하는데 도움이 되긴 하였지만 조광제어에 있어서는 걸림돌이 되었다. 조광제어를 원활히 하기 위해서는 형광체에 의한 특성개선을 필요로 하지 않는 메탈 할라이드 램프나 고압나트륨 램프를 사용하여 발광관을 광원의 크기로 한 기구설계를 필요로 한다. 즉, 광원의 크기는 외구의 크기에서 발광관의 크기로 바뀌게 된다. 램프의 크기가 작아지면 기구의 설계에는 여유가 생기는데 램프측에서 보면 열적인 부하가 증가하는 것이 되며, 그만큼 외형이나 발광관에 사용되는 재료나 설계의 재검토가 이루어지고 예컨대 용적비가 1:10 정도 이하로 되어 있는 램프의 경우, 외구에 통상 사용되고 있는 경질 유리 대신 내열성이 좋은 석영 유리가 사용되고 있다.

또, 점포 조명 등의 경우에는 기구가 너무 눈에 띄지 않게 하는 것이 요망되는 경우가 있으며 효율이 높고 연색성이 좋은 소형 HID 램프가 사용되게 되었다. 이 용도에서는 특히 램프 자체가 작을 필요가 있으며 저전력화(150 W 이하)와 함께 소형화가 진행되고 있다.

현재, 실외조명과 상업용 조명으로 널리 사용되고 있는 HID 램프나 할로겐 램프를 대체하고 시장을 점점 넓혀가고 있는 램프가 UHP(ultra high pressure) 램프이다. UHP 램프는 외국에서 최근에 개발한 램프로서 일종의 초고압 램프이다.



UHP 램프는 장수명, 점등 중의 광속이 높은 안정성을 특징으로 기존에 할로겐 램프가 점유하고 있던 광학기용 조명시장을 빠르게 대체하고 있다. 특히, 빔 프로젝터나 프로젝션 TV의 수요의 증가에 따라 UHP의 수요도 계속해서 증가할 것으로 보인다.

외국의 경우 기존의 원통형에서 구형으로 발광판의 모습을 개조한 메탈 할라이드 램프, 35~100%까지 조광이 가능한 메탈 할라이드 램프와 전자식 안정기, 기존 1 kW 램프 대체용 875 W 메탈 할라이드 램프와 전용 안정기, 의료, 연구, 특수효과 등에 사용될 수 있는 200, 275, 350 W의 소형 직류방전 램프, TCLP 대응 메탈 할라이드 램프, PAR64 세라믹 메탈 할라이드 램프, T4 규격의 세라믹 메탈 할라이드 램프, 동기구 디자인을 용이하게 해주는 100 W 콤팩트 고압나트륨 램프 등이 발표되었다.

새로운 광원

1) 무전극 램프

무전극 램프의 기본 동작원리인 고주파 무전극 방전은 100여년 전에 발견한 현상이지만 조명용 광원으로 본격적으로 연구된 것은 1970년 중반부터였다. 그러나 그 당시 상품화에는 실패하였고 1990년대에 들어와서 미국, 네덜란드 및 일본 등에서 개발 및 상품화가 급속도로 진행되어 현재 GE, Osram, Philips, National 등 세계적인 조명회사들이 다양한 규격의 제품들을 세계 시장에 판매하고 있다.

국내의 경우 무전극 방전램프가 연구, 개발과제로서 부각된 것은 수년 전이었으나, 아직 상용화에 성공한 업체는 없으며 현재, 국책과제로 2005년 개발 완료목표로 몇몇 업체들이 100 W 급 및 200 W 급을 개발 중에 있다.

방전램프의 전극은 상당한 에너지 손실원이며 제조하기가 까다롭고 점등 실패의 결정적 원인이 되는 등 전극으로 인해 여러 가지 문제가 발생한다. 그러나, 무전극 방전을 이용할 경우에는 이러한 점이 해소되므로, 수명의 측면에서 보면 이것만큼 확실한 해결책은 없다. 일반적인 형광램프의 수명이 8,000 시간인 반면에 무전극 형광램프의 가장 큰 장점인 장수명 특성은 초기 광속 대비 55%까지 수명이 약 10만 시간 정도로 몇 배 이상이 된다. 이 사실은 1일 10시간씩 사용 시에 27년 이상 사용이 가능한 수치

이다. 결국, 장수명, 고효율 조명으로서 대폭적인 에너지 절감을 할 수 있고, 적절한 곳에 사용할 경우 유지 및 보수비를 획기적으로 절감할 수 있다. 또한 봉입되는 수은의 양을 최소화 하여 환경 유해 물질을 최소화 할 수 있는 매력적인 장점을 가지고 있다.

그러나, 이러한 많은 장점을 가졌음에도 불구하고 제품을 상용화하기에는 몇 가지 어려움이 있다. 첫째가 경제적인 측면이고, 둘째는 제한된 동작 주파수이며, 셋째가 전자파 간섭의 문제이다. 일반적으로 PF방전을 발생시키고 유지하기에는 높은 주파수가 유리하지만 동작 주파수 선택의 폭이 한정되어 있고, RF전원장치의 복잡한 스위칭 회로의 제작은 비싸질 수밖에 없다. 또한, 각종 의료장비 및 통신기기, 계측기와 인체에 유해성 유무에 논란의 여지를 가지고 있는 EMI(electro-magnetic interference) 억제에 대한 관심은 점점 증대하고 있으며, 이러한 점들의 개선은 꾸준한 연구를 통해 모색되어야 할 것이다. 또한 무전극 형광램프의 전력 효율은 램프 내의 가스 종류, 가스 압력, 램프 형상 자성체 재료 및 형상 그리고 동작주파수 등에 큰 의존성을 가진다. 특히 제한된 주파수에서의 효율 향상을 위해서는 램프의 구조설계 분야도 큰 비중을 차지한다. 특히, 고주파 에너지를 공급하는 장치는 중앙부에 발생하는 공진 주파수를 전자기장을 이용하여 에너지를 공급하는데, 이때의 전기적인 변환결합은 대단히 중요하며, 지금까지 이를 위한 많은 특허와 기술보고가 있으나 실용적으로는 많은 해결해야 하는 문제점들이 많다.

외국에서는 Philips의 QL 램프, Osram의 Endura, GE의 Genura가 발표되어 이미 상용화 되고 있으며, 최근 국내에서도 그 사용이 급격히 늘어가고 있다.

2) LED²⁾

반도체 기술의 발전으로 기존에는 전자회로 부품으로 사용되던 LED(light emitting diode)가 또 다른 조명용 광원으로 대두되고 있다.

1960년대 말부터 LED 광원이 실용화되기 시작하면서, 현재는 미래의 첨단 조명으로 많은 연구가 이루어지고 있다. LED는 전류를 인가하면 빛을 내는 화합물 반도체로 순수한 파장의 빛을 가진 단색 광원체이다. 원색의 경우 단파장 발광으로 고순도 칼

경친화적 제품의 대표 주자라 할 수 있다.

또한, 기존 전구 램프처럼 눈이 부시거나 Element (소자)가 단락되는 경우가 없어 소형으로 제작되어 각종 표시소자로 폭넓게 사용되고 있으며, 반영구적인 수명(약 1백만 시간)으로 그 활용도가 높다. 특히 청색 LED의 상용화로 LED Full-color 구현이 가능해지고 가격도 크게 낮출 수 있게 되므로 제품의 활용도는 급속히 높아질 전망이다.

현재, 전구형, 막대형 등의 제품이 시중에 판매되고 있으며 정부에서는 기존의 백열전구 신호등을 LED 신호등으로 대체하는 사업을 추진 중에 있다. 특히, 신호등 분야의 경우 150 W 백열전구가 18[W] LED로 대체되므로 에너지 절감량이 매우 크다.

가까운 장래에 LED는 MR 램프(할로겐 전구)나 소형 조명시장의 일정부분을 차지하게 될 것으로 예상되며, 자동차용 악세사리등 및 방향지시등, 항공장애등 등에도 사용이 추진되고 있다. 또한 LED Red, Green, Blue, White 4편을 이용하여 길게 전선으로 LED를 병렬로 연결하여 점등시키는 LED Bar의 경우 기존의 네온광고판 시장에 진출이 가능할 것이다. 먼 장래에는 고효율화(10년 후 목표 효율 약 200 [lm/W])에 의하여 일반용 광원의 주류로 될 것이라는 예측도 있다.

LED 광원의 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

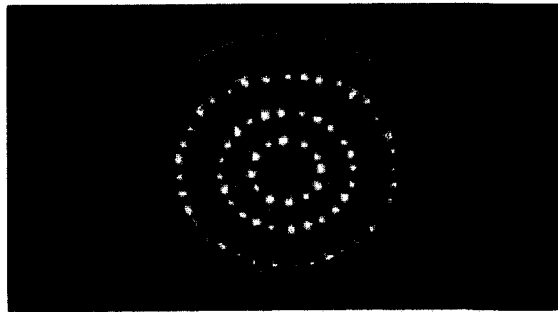
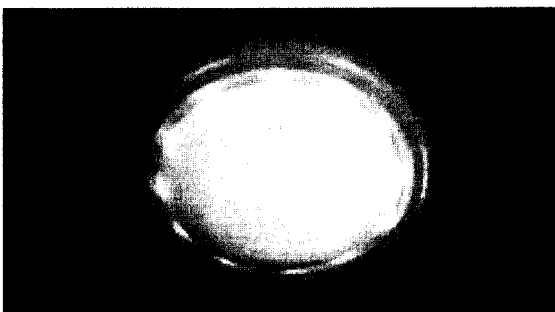
- 구조적으로 기존의 광원과는 달리 작은 점광원으로서 유리전극, 필라멘트 및 수은(Hg)을 사용

- 광학적으로 선명한 난색광을 발광하여 연색성이 나쁜 반면 색을 필요로 하는 조명기구에 적용시 손실이 매우 작고 시인성이 향상되며, 지향성 광원으로서 등기구 손실을 크게 줄일 수 있다.
- 전기적으로 특정전압 이상에서 점등을 시작하고 점등 후에는 작은 전압 변화에도 민감하게 전류와 광도가 변화한다.
- 온도상승시 허용 전류와 광 출력이 감소하고 많은 열이 발생하는 등 주위 온도 및 동작온도 변화에 대해 매우 민감하게 동특성이 변화한다. 만약 허용치 이상의 전류가 흐를 경우 수명이 대폭 감소하고 성능이 크게 저하되므로 적절한 열처리 장치와 전류를 제어하는 구동장치(ballast)를 필요로 한다.

3) 평면형 광원

최근 무수은 고효율 박막 발광에 대한 관심이 높아지면서 EL 램프, CNT(carbon nano tube) 등의 신소재를 사용한 램프에 대한 관심이 높아지고 있다.

CNT 램프는 CNT라는 탄소 동위원소를 전자방출소자로 이용한 전극과 형광체를 도포한 전극사이에 고압의 전계를 가하면 전자가 방출되어 전면의 형광체를 여기시키는 방법으로 기존의 FED와 같은 발광원리를 지니고 있다. CNT광원은 고휘도 구현이 가능하여 최고 30,000[cd/m²]의 휘도가 가능하며, 램프의 두께가 약 2~3[mm]로 초박형이다. CNT의 가장 큰 장점은 수은이 전혀 필요 없다는 것이다. 현



[그림 1] LED를 이용한 광원



재, 정부에서 추진하고 있는 형광램프의 수은규제와 맞물려 무수은 램프라는 장점은 매우 부각되어지고 있다.

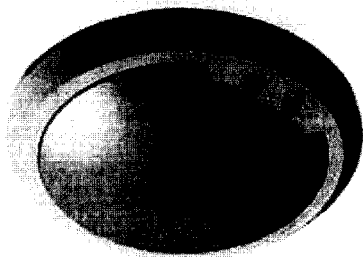
CNT를 이용한 램프는 기존의 면광원과 같이 LCD 용 백 라이트(back light)에 사용되어 질 수 있으며 가격과 효율면에서 어느 정도 경쟁력이 확보된다면 추후 광고용이나 일반조명용으로도 쓰임새가 넓어 질 수 있다. 현재, 외국의 몇몇 연구소에서 연구·개발 차원으로 신호등, 20 W 직관형 형광램프에 적용하여 점등 실험을 하였다는 보고가 있으며, 국내에서는 정부 국책과제로 연구개발이 진행되고 있다. CNT Power는 국내 제조사에서 개발이 완료된 상태이다.

조명기구의 신기술³⁾

백열등기구

현재 백열등기구 분야에서는 할로겐전구를 광원으로 한 다운라이트나 스포트라이트 조명기구의 개발이 주류를 이루고 있다. 또한 수십 개의 백색 LED를 유닛화 한 다운라이트 제품의 개발이 증가하고 있는 추세이다. 백열전구나 할로겐전구 등과 비교하여 소비전력, 수명, 발열량 등에서 우위에 있는 LED가 더욱 저가격화 및 고효율화로 발전됨에 따라 LED를 광원으로 한 백열등기구 분야가 한층 더 발전해 나갈 것으로 생각된다.

그림 2는 센서가 부착된 백열전구이다. 이 제품은 소형의 적외선 센서를 조명기구에 내장시켜서 사람이 부재중인 것을 감지하여 소등 혹은 25% 정도의



[그림 2] 센서가 부착된 백열전구

조광을 하는 기능을 지니고 있다. 따라서 퇴실 후에 스위치를 off 시키지 않은 것에 대한 부담도 없으며, 에너지 절약의 효과를 발휘할 수 있다. 소형 적외선 센서의 개발에 의해 센서를 다운라이트에 내장하는 것이 가능하게 되었고, 센서를 별도로 설치하는 경우와 비교하여 배선이나 시공도 용이하다.

그리고 램프 자체의 광출력을 정격보다 낮게 설정하여 램프의 수명을 연장시키는 점등 모드를 강압용 변압기에 부가하여 형광램프 못지않게 장수명을 가능하게 한 장수명 설정 저전압 스포트라이트가 상품화되었다. 램프의 광출력 부족분으로 고효율 반사판에 광학적인 설계를 접목시킴으로써 해결하였다. 결과적으로 조명기구의 효율을 향상시킴으로써 광출력을 향상시키는 효과를 얻고, 램프의 수명을 연장시킨 일석이조의 개념을 지닌 제품이다.

반사형 할로겐전구의 광색 및 배광을 살린 디자인 스탠드(design Stand)라는 이색적인 조명기구도 있다. 이러한 제품은 특수 코팅에 사용되는 투명수지에 광원부를 삽입시켜 심플하게 설계한 것이 특징이며 시각적으로 여유롭고 안락한 분위기의 연출 뿐만 아니라 특유의 신비성을 갖고 있다. 명암을 강조하기 위하여 지향성이 높은 미러가 있는 할로겐 전구를 광원으로 사용한 상품도 있다.

형광등기구

시설용 형광등기구 분야에서는 에너지 절약 뿐 만 아니라 자원 순환을 고려한 조명기구가 상품화되고 있다. 예를 들어 염화비닐이 없는 전선, 크롬이 없는 동관, 납을 배제한 조립, 납이 없는 전구를 채용한 조명기구 등이 제품화되고 있다. 또한 에너지 절약의 차원에서는 램프의 효율 개선이나 인버터의 소비전력 저감과 함께, 반사판의 반사 효율을 높이는 도장처리를 한 조명기구들도 개발되고 있다. 또한 전자식 안정기의 경우 글로우 스타트식과 래피트 스타트식의 램프가 병용 가능한 인버터의 개발과 함께 조명제어기능이 부가된 조명기구의 개발도 왕성하여, 타이머가 내장된 컨트롤러에서 자동적으로 초기조도의 보정이 실현되는 조명기구도 개발되었다.

점포용으로 많이 사용하는 사각형의 베이스 조명에서는 고주파 점등용 콤팩트 형광램프(CFL)를 채용

이전과 달리 분광에너지는 하나의 조명기구에 고주파 점등용 CFL을 2~4등 내장하여 광출력을 높인 조명기구가 많이 출시되었다. 멀티 콤팩트 형광램프용 조명기구도 있다. 이 제품은 4개의 57~70 W 급 CFL과 알루미늄 반사판으로 구성되어 있다.

주택용 형광등기구 분야에서는 에너지 절약형 제품과 분위기 조명에 대한 수요가 증가하고 있는 실정이다. 우수한 에너지 절약형 제품인 고주파 점등용 이중 환형 형광등기구의 수요가 많은 편이다. 거실에는 연속 조광 기능을 갖는 조명기구의 품종 확충이 추진되고 있다. 그리고 LED를 이용한 확산형 조명기구가 계속 출시되고 있다.

PLS(plasma lighting system)

PLS는 국내외적으로 비교적 근래에 본격적인 연구가 시작되어 상품화되고 있는 새로운 발광원리를 갖는 조명시스템이다. 고주파에 의해 발생하는 무전극의 플라즈마 방전을 이용한 조명시스템으로서 광원 발광부의 크기가 작고 수명이 길어서 옥외용 투광조명으로 이상적인 조건을 갖추고 있다. 투광조명 외에도 자동차 전조등, 항공유도등, 의학용 등 응용분야가 대단히 넓은 기대가 되는 시스템이다.

위에서 언급한 PLS의 분광에너지 분포를 태양광과 메탈 할라이드 램프와 비교하여 보면 PLS는 태양광과 매우 유사한 연속스펙트럼의 분광에너지 분포를 보이고 있다. 그러면서 태양광보다 자외선과 적외선을 적게 방출하므로 환경친화적인 광원으로 볼 수 있다. PLS의 색온도는 6000[K]정도이고, 평균연색지수는 85 이상이다.

PLS의 수명을 여러 가지 대표적인 광원들과 비교하여 보면 PLS는 램프의 수명을 결정짓는 필라멘트 전극이 없으므로 긴 수명 특성을 갖는다. 보통 20,000시간 이상의 램프 수명을 가지며, 광속 유지율도 20,000시간까지 5% 이하를 유지하는 것으로도 알려져 있다.

그림 3은 900[W]급 옥외 투광조명용 PLS이다. 이 제품의 주요 구성 요소를 살펴보면, 알루미늄 재질의 사각형(beam angle 60°) 및 원형(beam angle 12°)의 반사판, 27 mm 플라즈마 방전관, 마이크로

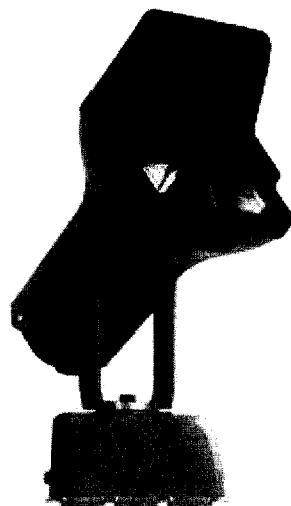
시클라이 능으로 구성되어 있다.

HID용 조명기구

HID용 옥내 조명기구 분야에서는 인버터(전자안정기)의 보급이 현저히 증가하고 있으며, 앞으로 이들 인버터와 조명기구의 일체화가 더욱 가속될 것으로 예측된다. 광원은 저전력의 세라믹 발광관을 갖는 메탈 할라이드 램프가 점포용으로 상품화되었고, 종래의 석영 발광관에 비해 발광효율과 수명특성에서 성능을 더욱 향상시켰다.

HID용 옥외조명기구 분야에서는 최근 에너지 절약의 문제와 더불어 광해에 대한 인식이 고조되면서 환경친화형 조명기구로서 전환이 진행되고 있다. 광해 대책 투광기는 정밀도가 높은 광학적 성능을 가지고 있으며, 경기장 조명에 있어서 광해가 되기 쉬운 상방향의 광을 차단하여 광의 누설을 저감시킬 수 있다.

투광용 조명기구가 최초 국내에서 출시되고 있으며, 이것은 등기구의 각도조절을 위한 눈금표시가 있으며 다각도의 빔각을 얻을 수 있다. 원터치 클립으로 개폐 조작이 용이하며, 인체공학적 설계를 도입하여 유지보수가 편리하다.



[그림 3] 900 W급 투광용 PLS



방재용 조명기구

최근에 개발되는 방재용 조명기구의 광원으로 LED의 사용이 점차 늘어나고 있는 추세이다. 방재용 유도등 분야의 경우, 현재까지 많이 사용되고 있는 직관형 형광램프는 램프의 직경이 2.6 mm로 더욱 가늘어진 것이 개발되었다. 백색 LED는 그림 4와 같은 통로유도등에 많이 사용되고 있으며, 최근에 바닥 매입형 통로유도등도 개발되었다.

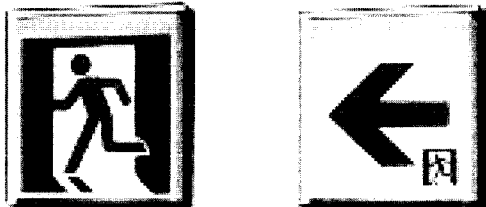
비상등 분야에서도 LED를 이용한 조명기구가 많이 개발되고 있다. 소비전력은 1 W 이하이고 비상모드에서 2시간 정도 작동이 가능한 시스템이다.

또한 4 V 13 W 미니할로겐전구를 사용한 비상용 다운라이트 조명기구는 일반의 미니전구의 것과 비교하여 소형이면서 고효율인 장점이 있어 많이 보급되고 있으며, 에너지 소비를 많이 줄임으로써 비상시의 점등시간이 종래의 30분을 훨씬 초과하여 60분까지 장시간 가능하게 되었다.

같은 미니할로겐 비상등에서도 특히 환경면을 고려하여 전원용 축전지에 니켈수소전지를 사용한 것이 개발되었다. 방재용 조명기구는 어느 정도 고온에서 사용됨과 동시에 연속 충전이 가능한 축전지가 필요하다. 지금까지는 충전용 니켈카드뮴 전지가 사용되었지만 최근에 동등의 성능을 발휘하는 새로운 니켈수소전지가 개발되었다. 이 새로운 축전지는 유해한 물질인 카드뮴의 사용을 억제한 것이다. 또한 충전방식도 종래의 연속적인 충전에서 간헐적인 충전이므로 전력의 약 60% 정도 저감되는 환경친화적인 에너지 절약형 축전지이다.

자연광 도입기술⁴⁾

1970년대의 석유 위기와 1980년대 중반 이후 환경



[그림 4] 백색 LED를 사용한 통로유도등

문제의 대두, 최근의 고유가에 대한 대책 마련의 필요성에 따라 자연광의 이용조명은 에너지 절약 수법의 하나로써 각종 건물에 채용되어 왔으며 앞으로도 적극적으로 도입되어야 할 과제이다. 또한, 1990년대 이래 지속되고 건물의 인텔리전트화에 따라서 기존의 개념에 인간의 쾌적성 도모라는 측면까지 합세해 아트리움을 대표로 하여 건물 내로 자연광을 도입하는 수법이 보편화되고 있다.

아트리움(atrium)

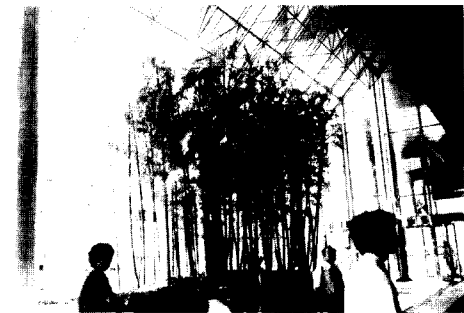
건물에 있어서, 인간성 회복의 표현으로서 아트리움이 가지는 심리적 효과는 매우 큰 것이다.

아트리움이 갖은 개방감, 외광(外光)의 시간 계절의 변화, 그 공간에 설치된 물과 인공정원의 녹색식물 등이 오피스 작업자들에게 휴게, 커뮤니케이션의 장을 제공한다. 또한 시내의 깊이가 깊은 오피스의 경우에는 아트리움의 채용에 의해 실 안쪽의 빛환경 개선에도 도움이 된다(그림 5).

아트리움에 있어서 자연광과 인공조명의 병용은 오피스 작업자의 심리적 스트레스를 완화시킬 수 있도록 배려되지 않으면 안되는데, 이 때 인공조명은 인접하는 오피스와 복도 등과 같은 광원의 색온도, 밝기 등이 밸런스를 이루어야 하며, 특히 글레어에 유의해야 한다. 또한 자연광(특히 직사일광) 및 인공 조명기구가 아트리움 내에 있는 사람들에게 열감(熱感)을 주지 않도록 주의해야 한다.

광 파이프(Pipe) 방식⁵⁾

현재까지 보편적인 광전송 도구로서는 광파이프(light pipe)가 이용되고 있으며 이는 말 그대로 광

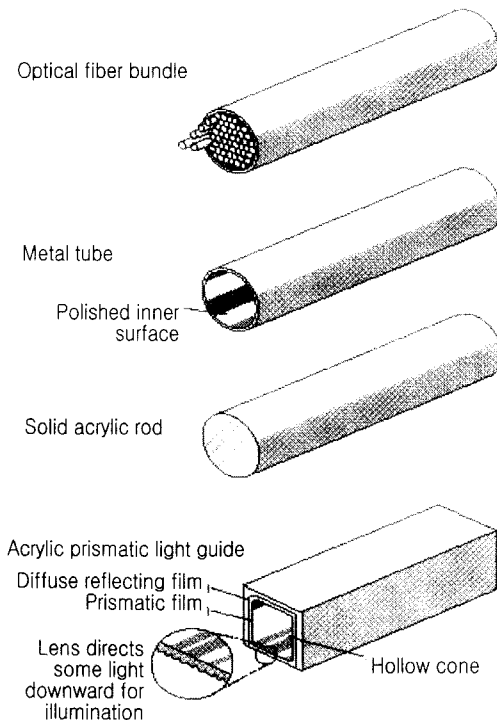


[그림 5] 아트리움

송할 경우는 전송받는 곳은 광원의 과열, 폭발 등의 문제에서 벗어날 수 있으므로 안정성이 향상되고 광파이프로 배광까지 가능하다면 광원의 수가 줄어들며 조명시설의 유지보수 가격이 떨어지는 등의 장점이 있다. 물론 태양광을 광파이프로 이용할 수 있는 것은 광파이프가 처음 시도되었던 주 원인이기도 하다.

광파이프의 제조방식도 오랫동안 그림 6과 같이 메탈 튜브, 광덕트, 메탈 파이프/플라스틱 파이프, 광섬유 등이 다양하게 시도되었다. 이중 튜브 / 광덕트 / 광파이프는 처음 주광을 실내로 유입시키기 위해 플라스틱, 알루미늄 등의 정반사 재질로 구성되었고 광섬유에 비해 상대적으로 단가는 저렴하나 효율이 떨어진다.

광파이프를 주광에 이용할 경우 솔라(solar) 튜브라고도 하는데 북미의 주거공간과 상업공간에 이용

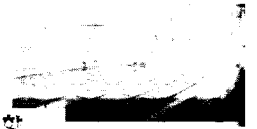


[그림 6] 광전송용 광파이프의 종류

되던 시기에 주광의 직파차 후 광파이프를 통해 실내공간으로 유입시킨다. 튜브의 지름 특성에 따라 이용 가능한 주광량이 변화되는데, 예를 들면 25 cm의 제품이 약 300 W의 백열등 밝기와 유사하며 13.5 m²까지 영향을 미치고 광파이프 길이는 최고 10피트까지 가능하다. 전송된 광을 이용할 때는 출구에 주광의 휘도가 과도하지 않도록 플라스틱 렌즈 등을 통해 실내로 산란시킨다.

광섬유도 자외선, 적외선을 제외한 가시광선을 전송하는데 사용되고 빛이 광섬유 안에서 계속적인 반사를 통해 전달되는 동안 손실이 발생되는데, 손실의 양은 광섬유의 질에 따라 좌우된다. 대략 길이 30 cm 당 0.1~1% 정도의 손실이 발생되며 광섬유의 효율 향상을 위해서 광섬유 안에 센터 코어(center core)를 삽입하여 빛의 손실을 최소화하기도 한다. 광섬유의 종류는 재질에 따라 플라스틱과 유리 종류로 나뉘며, 산란방법에 있어서는 광섬유 측면으로 빛이 발산되는 것과 광섬유 끝에서만 산란되는 것이 있다. 산란 시에서는 출구에서 직접 산란하거나, 광학적 패널, 렌즈 등을 통해 실내공간으로 산란시킨다. 특히 고효율의 반사각을 이용하여 빛의 분산 각도를 정확히 제어할 수 있도록 하여 빛이 주광이 필요한 공간에 정확히 산란하도록 한다. 광섬유를 이용한 시도는 상당히 긍정적으로 평가되었으나, 신호 전달 및 표시등의 소량의 광신호가 아닌 조명용의 대량 광 운송에는 광섬유의 직경이 비약적으로 커져야 하고 이에 따른 무게와 비용이 광섬유의 응용을 비경제적인 것으로 만들었다.

광파이프 조명은 원격조명과 고휘도 광원을 이용할 수 있는 장점으로 높은 천장의 넓은 공간 조명(공연장, 비행기 격납고, 창고, 터널 등), 폭발위험이 있는 환경하의 조명(화학공장, 광산, 군수품 창고 등), 열 및 오염물질의 유입이 없어야 하는 조명(수술실, 실험실, 클린룸 등), UV에 의한 피해가 예상되는 곳(박물관, 전시물, 화랑, 수족관, 쇼펍물 등), 광고, 장식용 조명, 장시간 작업이 요구되는 곳 그리고 부드러움과 안락함이 요구되는 조명(응급구조 차량의 내부조명실내, 스포츠 시설 등) 등과 같은 여러 분야에



응용된다. 그림 7은 광섬유를 이용한 자연광의 집광 및 전송장치를 보여주고 있으며, 그림 8은 광파이프 조명의 장점을 이용하여 실제 이용되는 장소들의 사례이다.

의 반사의 반복에 의해 건물 내부 깊숙이까지 빛을 도입하는 방식이다(그림 9).

미러 덕트(Mirror duct)방식

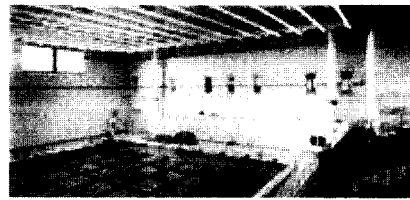
고반사율의 거울을 덕트의 내부에 부착하여, 거울

조명제어⁴⁾

건물에 적용되는 조명제어에는 다양한 방법이 있으며, 매우 세심한 제어까지도 행해지고 있다. 조명



[그림 7] 광섬유를 이용한 자연광의 집광 및 전송장치

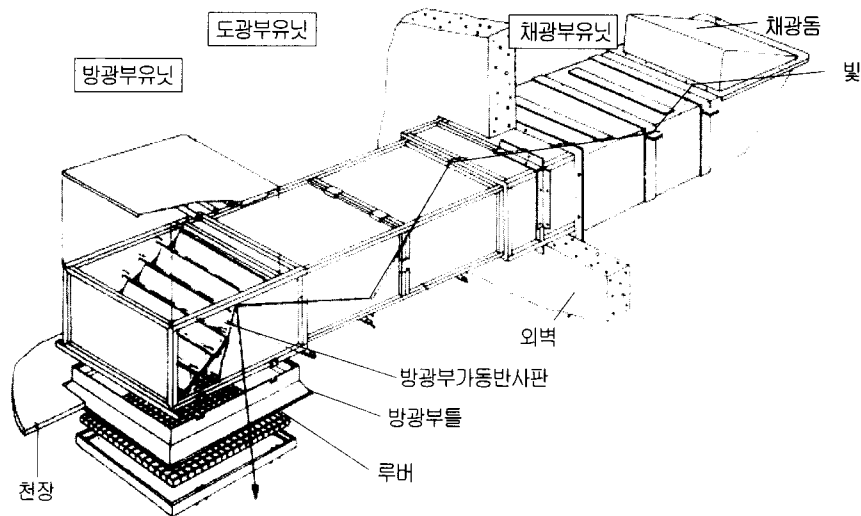


(a) 수영장 조명



(b) 터널, 지하도 조명

[그림 8] 광파이프 조명 응용 사례



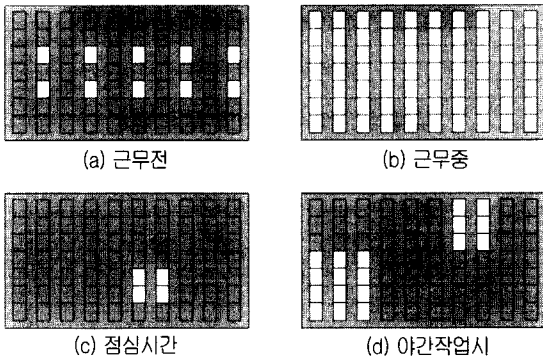
[그림 9] 미러 덕트(mirror duct)방식

점등패턴 제어

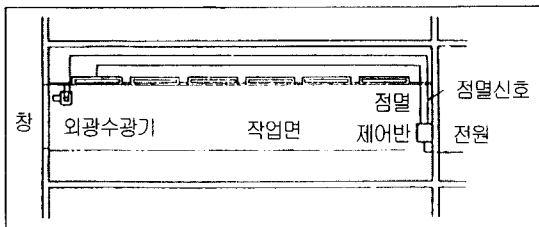
건물의 사용실태에 맞추어 점등하는 조명기구를 이미 정해 두어(패턴화), 이들 정해진 패턴 유형중에서 제어장치가 자동적으로 1개의 패턴을 선택하여 각 조명기구에 점등 혹은 소등지시를 내리는 것이 점등패턴제어이다.

예를 들어, 조명제어를 하지 않을 경우에는 이럴 때 실내조명기구를 전부 점등할 수 밖에 없다. 그러나, 청소에 필요한 밝기는 사무작업의 절반 정도의 밝기로도 충분하기 때문에, 미리 이러한 시간대에는 조명기구의 1/3~1/2만이 점등되도록 패턴을 설정해 두는 것이 바람직하다. 이러한 사용방식에 의해 에너지 절약도 가능하게 된다(그림 10).

또한 상기와 같은 자동제어방식 외에도 상황에 따라 와이어리스 리모콘(wireless remote control)이나 천장에 부착된 센서에 의해 작업자가 자유롭게 점멸할 수 있는 방식도 채용되고 있다.



[그림 10] 점등패턴제어의 예



[그림 11] 주광제어방식

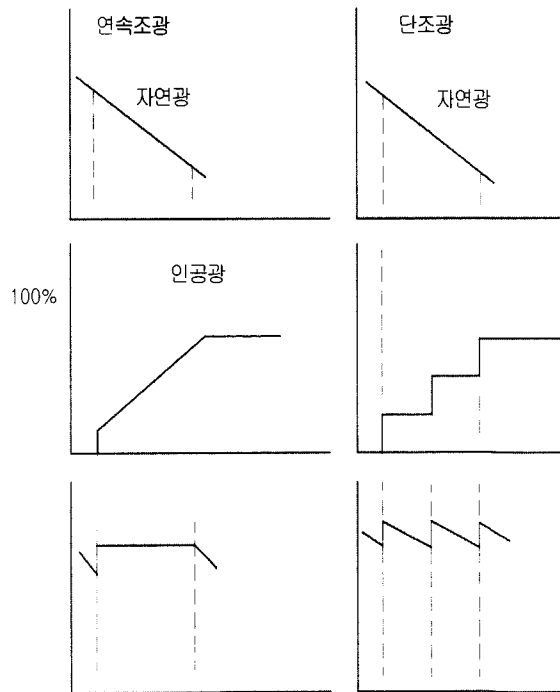
일정지 않고 실의 사용 우에도 소등을 잊어버리기 쉽다. 이러한 실내에는 적외선 센서나 초음파 센서등을 설치해 두면 센서가 재실자의 유무를 판단하여 조명기구를 자동적으로 점멸시킨다.

주광이용제어

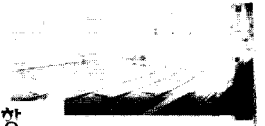
주광이용제어는 채광창으로부터 입사하는 주광의 양에 따라서 창 부근의 조명기구를 점멸 혹은 단조광(段調光: 100~50%, 100~70~50% 등, 단계적으로 램프의 광출력을 변화시키는 조광방식) 아니면 연속조광(連續照光: 20~100%까지 연속적으로 광출력을 변화시키는 조광방식)하는 제어 방식이다(그림 11, 12).

이러한 제어에 있어서, 점멸방식은 재실자에 미치는 심리적 영향이 크기 때문에, 될 수 있는 대로 단조광 아니면 연속조광방식으로 하는 것이 좋다.

또한, 창으로부터 수 미터 이상 떨어지면 극단적으로



[그림 12] 주광제어의 종류



로 주광의 입사량이 감소하기 때문에, 제어대상 조명기구는 창으로부터 5~6 m 범위 내에 있는 것으로 한정하는 것이 바람직하다.

맺음말

21세기의 건물은 기능의 고도화와 효율화, 쾌적성 및 안전성, 신뢰성 등이 확보되어야 할 주요 목표가 되고 있으며, 이에 따라 건축조명설비도 작업 목적의 다양화와 고도화에 대응한 조명의 가변성 확보와 함께 인간의 쾌적성 확보, 에너지의 효율적 이용 등의 개념이 설정되어야 한다.

이상에서는 건축조명 설비분야에서 최근 거론되고 있는 조명광원 및 기구, 자연광 도입 기술, 조명제어와 관련한 새로운 기술 요소에 대하여 기술하였다.

항목에 따라서는 개발이 오래전에 완료된 기술로 포함되어 있으나 아직은, 현장에서 보편적으로 적용되고 있지 않은 항목은 내용에 포함시켜서 설명하였다.

앞으로 사회적 요구는 점점 다양화되어 갈 것이고 건축공간에 적용되는 조명설비 역시 이러한 요구에

부응해 가야 할 것이다. 따라서 건축조명 설비분야에 대한 기술 개발이 지속적으로 이루어져야 할 것이고, 이를 위한 학계와 업계의 관련 인력의 확보가 시급하다고 보여진다.

참고 문헌

1. 박성목 외, 국내외 광원분야의 신기술 동향, 조명·전기설비, 2004.2, pp 4~9.
2. 정봉만, 조명측면에서 본 LED광원 특성과 조명 시스템 응용, 조명·전기설비, 2004.6, pp 19~25.
3. 김 훈 외, 조명기구의 신기술, 조명·전기설비, 2004.2, pp 10~19.
4. 이진숙, 인텔리전트 빌딩의 조명계획, 대한건축학회지 건축, 1994.3, pp 67~71.
5. 한수빈 외, 광파이버 조명기술현황, 照明·電氣設備學會誌, 2001.10, pp 28~35.
6. 齋藤 滿·田中英彰, 照明設備の制御と保守·管理, 建築技術, 1989.6, pp 132~136. ●